

## STUDI KUALITAS *WELDING REPAIR* DENGAN METODE PENGELASAN *TIG* DENGAN PERLAKUAN *PWHT* PADA CAST *WHEEL* ALUMINIUM

Alfin Munfiroh, Budi Harjanto, Yuyun Estriyanto.

Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419  
Email : [alfinmunfiroh@yahoo.co.id](mailto:alfinmunfiroh@yahoo.co.id)

### ABSTRACT

This research aims to know i.e.(1) Determine the effect of the composition and microstructure of the weld area with a result of repair welding using *TIG* welding method with *PWHT* treatment on the aluminium cast wheel. (2) Determine the value of hardness and impact strength on the results of the repair welding using method of *TIG* welding with *PWHT* treatment on the aluminium cast wheel.

This research applied descriptive quantitative method with the source of data that consists of the results of the composition test, micro structure, impact test and test of Brinell aluminium cast wheel. The data analysis technique used in this research was descriptive technique. This study observed the results of experiment directly then analyzed it and then the experimental results concluded.

Result of this research shows that chemical composition of aluminium cast wheel changed after *TIG* welding process with *PWHT* treatment done. Al content of the original elements have increased 94.93% to 97.60% after the *TIG* welding process with *PWHT* treatment done as well as the elements of Si, namely changes in raw materials has decreased by 4.61% to 1.21%. The highest hardness value in raw material that are 42.69 BHN while in the weld part decreased to 28.28 BHN, the lowest hardness value in base material are 21,39 BHN. The highest value of impact strength are 0,14 joule/mm<sup>2</sup> on the weld part while on the raw material, the lowest value are 0.09 joule/mm<sup>2</sup>.

The conclusion that was obtained from this study was *PWHT* process decreased hardness value. The hardness value of *TIG* specimen was lower than raw material specimens hardness number.

Keywords: *TIG* welding, Aluminum Cast Wheel, *PWHT*, Repair Welding.

### PENDAHULUAN

Pada industri dibidang otomotif pemilihan material untuk *spare part* dipilih material yang baik dengan memperhatikan faktor kekuatan, biaya, estetika dan ketersediaan bahan baku. *Rim* merupakan salah satu *spare part* yang penting pada dunia otomotif, sehingga untuk pembuatan *Rim* dilakukan pemilihan material yang sesuai dengan fungsinya.

Kegunaan *Rim* sebagai roda yang merupakan penumpu ban roda mempunyai

resiko yang besar untuk mengalami kerusakan. Kerusakan ini pada umumnya disebabkan karena adanya benturan sangat keras pada *Rim* yang pada saat melaju dijalanan yang berlubang. Benturan yang sering terjadi akan membuat kerusakan *Rim* semakin parah, biasanya kerusakan yang sering terjadi *Rim* mengalami retakan. Retakan – retakan yang dibiarkan akan menyebabkan *Rim* pecah. Untuk mencegah hal itu dapat dilakukan pengantian *Rim* baru, tetapi jika retakannya masih sedikit atau

tidak parah dapat dilakukan proses pengelasan ulang (*repair welding*) pada *Rim* yang mengalami retakan untuk menghemat biaya.

Perbaikan *Rim* dengan proses pengelasan tentunya tidak dapat mencapai hasil yang sama seperti *Rim* baru, oleh karena itu perlakuan *PWHT* terhadap *Rim* setelah pengelasan dapat dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas *Rim* yang diperbaiki dengan pengelasan.

### KAJIAN PUSTAKA

#### *Cast Wheel Aluminium dan Paduan Aluminium*

*Cast wheel* adalah salah satu produk hasil pengecoran logam yang berbentuk silinder atau bulat, adapun yang dimaksud *wheel* dalam hal ini adalah *wheel* pada kendaraan atau biasa disebut velg atau roda. *Cast wheel* aluminium merupakan velg mobil yang proses pembuatannya menggunakan proses *die casting*.

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat yang ringan, ketahanan korosi yang baik serta hantaran listrik dan panas yang baik, mudah dibentuk baik melalui proses pembentukan maupun permesinan, dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Aluminium memiliki

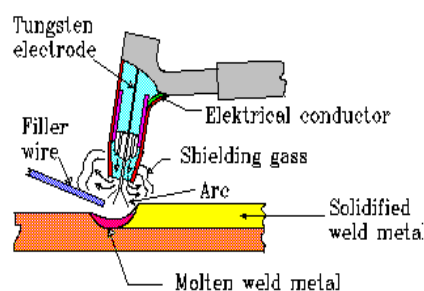
sifat tahanan korosi karena fenomena pasivasi.

Menurut ASTM (American Society for Material) standarisasi aluminium mempergunakan 4 angka dalam menetapkan penggolongan aluminium paduan. Pada *wrought-aluminium alloy*, angka pertama menunjukkan jenis komposisi utama paduan. Angka kedua menunjukkan jumlah prosentase unsur paduan. Angka ketiga dan keempat merupakan nomor seri dari paduan utama.

#### **Pengelasan TIG**

Las gas tungsten (las *TIG*) adalah proses pengelasan dimana busur nyala listrik ditimbulkan oleh elektroda tungsten (elektroda takterupam) dengan benda kerja logam. Daerah pengelasan dilindungi oleh gas lindung (gas tidak aktif) agar tidak terkontaminasi dengan udara luar. Kawat las dapat ditambahkan atau tidak tergantung daribentuk sambungan dan ketebalan benda kerja yang akan dilas.

Pada proses pengelasan *TIG* logam pengisi dimasukkan ke dalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk dan peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dengan logam induk.



Gambar 1. Skema Las *TIG*

#### **Perlakuan Panas dan *PWHT***

Perlakuan panas merupakan suatu proses kombinasi antara pemanasan dan pendinginan terhadap logam dalam bentuk padat selama waktu tertentu, dengan tujuan mendapatkan sifat-sifat mekanik tertentu.

Menurut jenisnya dari perlakuan panas digolongkan menjadi tiga macam yaitu :

1. *Hardening* (mengeraskan)
2. *Tempering* (memudahkan)
3. *Annealing* (melunakan)

Penuaan keras (*age hardening*) berlangsung dalam tiga tahap yaitu:

**1. Pemanasan pelarutan (*solution treatment*)**

Pemanasan pelarutan yaitu memanaskan paduan pada temperatur tinggi (diatas *line*) dan diberikan waktu penahanan yang cukup, hingga mencapai batas kelarutannya atau mencapai fasa tunggal, dimana unsur unsur pepadu larut secara sempurna kedalam fasa tersebut.

**2. Pendinginan Cepat (*quenching*)**

*Quenching* yaitu dengan mencelupkan ke dalam air atau media pendingin lainnya yang dilakukan pada temperatur rendah untuk memperoleh larutan padat jenuh.

**3. Penuaan (*aging*)**

Perlakuan penuaan (*aging*) yaitu perlakuan panas dengan menahannya pada suatu temperatur tertentu (temperatur kamar atau temperatur di bawah *solvus line*/ batas pelarut) untuk jangka waktu tertentu.

**Perlakuan PWHT**

*Post Weld Heat Treatment (PWHT)* merupakan salah satu proses *heat treatment* yang tujuan utamanya untuk menghilangkan tegangan sisa pada hasil welding.

**Uji Komposisi**

Pengujian komposisi berfungsi untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak jumlah kandungan unsur kimia yang terdapat pada suatu logam, baik logam *ferro* maupun logam *non-ferro*.

**Uji Struktur Mikro (Metalografi)**

Struktur bahan dalam orde kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang sering disebut struktur mikro. Alat untuk mengamati struktur mikro diantaranya mikroskop cahaya, mikroskop metalografi, mikroskop *electron*, mikroskop *field on*, mikroskop *field emission* dan mikroskop *sinar-X*.

**Uji Impak**

Dasar pengujian impak ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Secara umum metode pengujian impak terdiri dari dua jenis, yaitu metode *charpy* dan metode *izod*.

**METODE PENELITIAN**

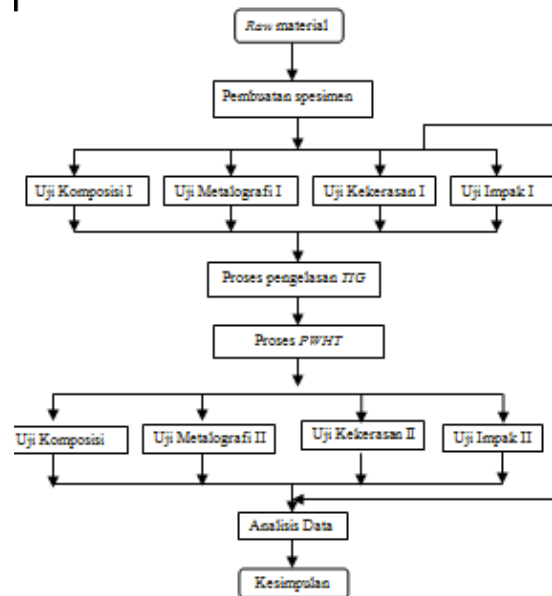
**Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga bulan Desember 2013. Pembuatan dan pengelasan spesimen dilaksanakan di laboratorium las INLASTEK surakarta. Pengujian komposisi kimia dan struktur mikro dilaksanakan di laboratorium polman Ceper Klaten. Sedangkan pengujian kekerasan dan pengujian impak dilaksanakan di laboratorium bahan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

**Rancangan/Desain Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian adalah metode eksperimen. Hasil pengujian dituangkan dalam lembar observasi.

## Prosedur Penelitian

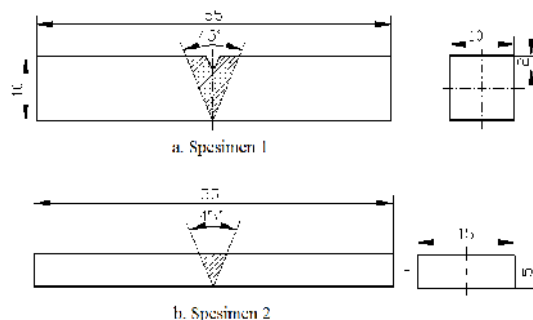


Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cast wheel* aluminium original pada mobil Honda Ferio.



Gambar 2. *Cast wheel* Honda Ferio

Proses pengelasan dilakukan pada *cast wheel* aluminium dengan membuat kampuh V sebelum dilakukan pengelasan



Gambar 3. Spesimen uji pengelasan

Pengelasan dilakukan dengan las *TIG* menggunakan *filler* ER5356 diameter 2 mm, mengatur parameter pengelasan pada arus 70-100 A, tegangan 20-30 Volt dengan kecepatan pengelasan 8-10 cm/min. Arah pengelasan ke arah kanan dengan posisi pengelasan dibawah tangan posisi datar. Proses *PWHT* dengan tahapan sebagai berikut:

1. Proses *solution heat treatment*, yaitu memanaskan spesimen pada temperatur 510° C dengan waktu tahan 10 jam menggunakan oven pemanas listrik. ( ASM vol.4 )
2. Proses *quenching*, yaitu mendinginkan dengan cepat spesimen yang telah dipanaskan. Media yang digunakan untuk quenching adalah air dengan temperatur 85° C selama 10 detik. ( ASM vol.4 )
3. Proses *natural aging*, yaitu dibiarkan selama 24 jam dengan suhu kamar.

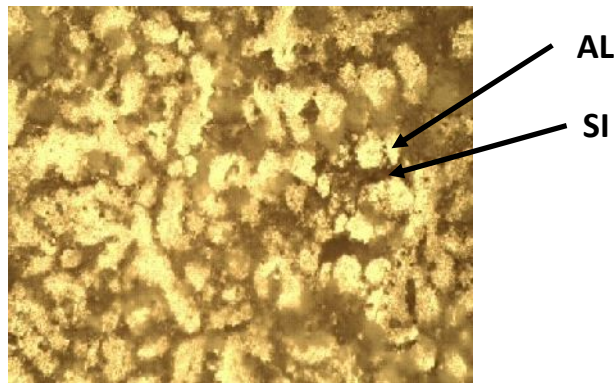
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Hasil Uji Komposisi Kimia (*Spectrometri*)

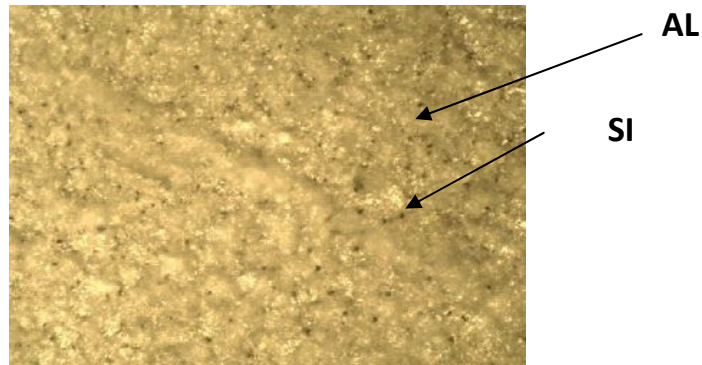
Dari hasil uji komposisi menunjukkan bahwa pada material cast wheel aluminium setelah dilakukan pengelasan, kandungansilikon (Si) menurun menjadi 1,21 % dari prosentase awal 4,61% dan digantikan oleh unsur magnesium (Mg) yang semula 0,101% menjadi 0,566%. Penggantian beberapa unsur tersebut berasal dari filler elektroda ER5356 yang digunakan pada pengelasan.

### 2. Analisis Hasil Uji Mikro

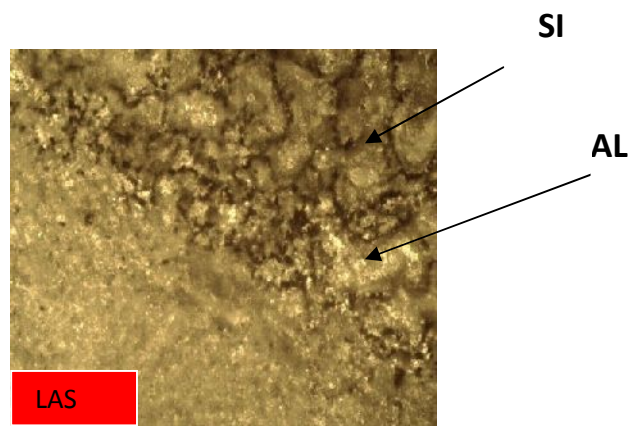
Pengujian struktur mikro dilakukan pengamatan pada spesimen uji dengan mikroskop optik setelah spesimen uji di etsa dengan HF, HNO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>O selama 5-10 detik dengan perbesaran 200x pada permukaan cast wheel aluminium dengan pengambilan gambar pada lima titik yaitu pada bagian raw material, antara raw material dan HAZ daerah HAZ antara HAZ dan las dan daerah las.



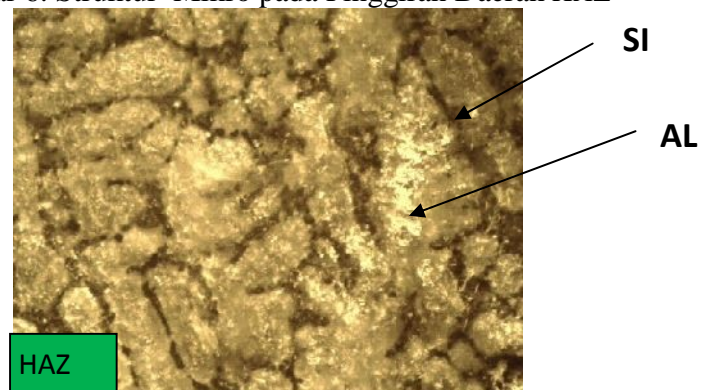
Gambar 4. Struktur Mikro Logam Dasar (*Raw material*) 200x



Gambar 5. Struktur Mikro pada Daerah Lasan.



Gambar 6. Struktur Mikro pada Pinggiran Daerah HAZ



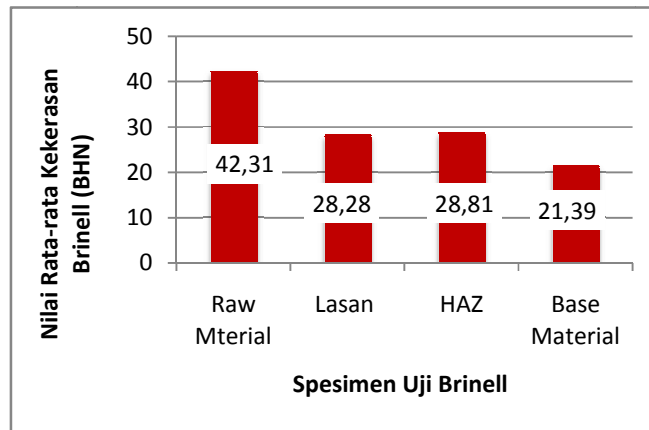
Gambar 7. Struktur Mikro pada daerah HAZ

### 3. Analisis Hasil Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan dengan pengujian *brinell*. Data uji kekerasan diperoleh dari penekanan indenter berbentuk bola dengan diameter 2,5 mm pada alat uji ke spesimen *cast wheel* aluminium. Spesimen uji mengalami

penekanan dengan beban 62,5 kg dalam waktu 12 detik sehingga menghasilkan diameter injakan indenter tersebut.

Pengujian	Diameter Injakan Indentor (d) dalam mm			
	<i>Raw Material</i>	Daerah Las	Daerah HAZ	<i>Base Material</i>
Pengujian 1	1,33	1,46	1,54	1,46
Pengujian 2	1,32	1,54	1,53	-
Pengujian 3	1,29	1,43	1,36	-



Gambar 8. Histogram Nilai Rata-rata Hasil Uji Kekerasan *Brinell*

Gambar 8. menunjukkan bahwa kekerasan pada *raw material cast wheel* aluminium mempunyai nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu 42,31 BHN, pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) memiliki

kekerasan yang lebih kecil yaitu 28,81 BHN, daerah Lasan memiliki tingkat kekerasan lebih kecil yaitu 28,28 BHN dan pada base material memiliki tingkat nilai kekerasan yaitu 21,39.

#### Analisis Hasil Uji Impak

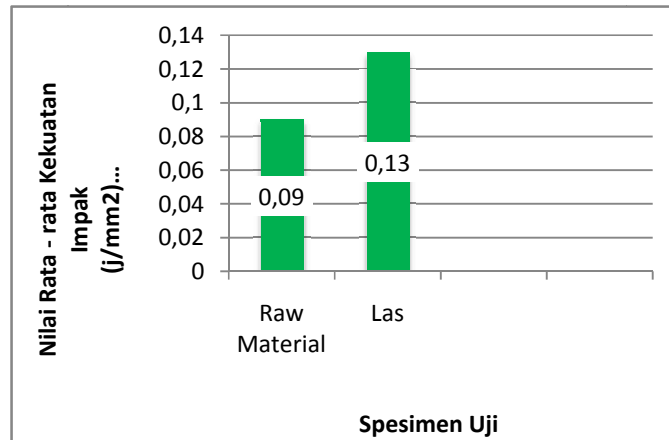
Pengujian impak ini menunjukkan data berupa sudut kenaikan pendulum ( )

setelah menabrak spesimen, adapun data tersebut ditunjukkan pada histogram berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian impak setelah proses pengelasan

Pengujian	Tepi Las		Tepi TIG	
	Nilai "W"	Nilai "K"	Nilai "W"	Nilai "K"
	(joule)	(joule/mm <sup>2</sup> )	(joule)	(joule/mm <sup>2</sup> )
Spesimen 1	6,36	0,09	8,23	0,10
Spesimen 2	6,36	0,09	9,63	0,12
Spesimen 3	8,20	0,10	8,23	0,10
Spesimen 4	8,20	0,10	10,30	0,14
Spesimen 5	6,36	0,09	15,30	0,19
Nilai rata-rata	7,40	0,09	10,38	0,13





Gambar 9. Histogram Nilai Rata-rata Hasil Uji Kekerasan Impak

Dalam Tabel 4. Diperoleh nilai usaha yang mampu diserap oleh spesimen tanpa pengelasan adalah 7,40 joule atau lebih kecil dari pada spesimen yang telah dilakukan pengelasan, yaitu 10,38 joule. Pada hasil perhitungan kekuatan impak spesimen tanpa pengelasan memiliki nilai impak sebesar 0,09 Joule/mm<sup>2</sup> sedangkan hasil pengelasan memiliki nilai impak lebih besar, yaitu 0,13 Joule/mm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian dan penghitungan menunjukkan bahwa nilai kekuatan impak pada *cast wheel* aluminium hasil pengelasan dengan mendapat perlakuan *PWHT* lebih besar dari pada kekuatan impak pada *cast wheel* aluminium sebelum dilakukan pengelasan dan perlakuan *PWHT*.

### KESIMPULAN

1. Penggunaan filler ER5356 dan perlakuan *PWHT* mempengaruhi pada komposisi dari *cast wheel* aluminium, pada unsur Al meningkat yaitu 97,60 % dibandingkan raw material yang unsur Al nya 94,93 %. Unsur Si juga mengalami penurunan setelah dilakukan proses pengelasan yaitu 1,21 % dari 4,61 % dan diikuti pula perubahan pada unsur yang lainnya.
2. Struktur mikro setelah dilakukan pengelasan mengalami perubahan dibandingkan dengan raw materialnya.

3. Pada *raw material* memiliki nilai kekerasan paling tinggi yaitu 42,69 BHN, kemudian pada daerah lasan nilai kekerasannya menurun yaitu 28,28 BHN dan pada daerah *HAZ* memiliki nilai kekerasan lebih tinggi daripada daerah lasan yaitu 28,81 BHN. Penurunan nilai kekerasan disebabkan karena adanya proses *PWHT* yang terjadi pemanasan sampai fasa tunggal paduan aluminium sehingga setelah proses *quenching* mengalami pelunakan.
4. Pada daerah lasan nilai kekuatan impak memiliki kekuatan lebih tinggi yaitu 0,13 Joule/mm<sup>2</sup> dibandingkan pada *raw material* yang memiliki nilai kekuatan impak sebesar 0,09 Joule/mm<sup>2</sup>.

### DAFTAR PUSTAKA

- ASM International (2012), *Aluminium and Aluminium Alloy*.
- ASM Handbook Volume 4 *Heat Treating*.2012. Detroit: ASM International Handbook Committee.
- ASM Handbook Volume 9 *Metallography and Microstructures*.1985. Detroit: ASM International Handbook Committee.



- Djarmiko, R.D. (2008). *Teori Pengelasan Logam*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Abdillah, Fuad. (2010). *Tesis: Pelakuan Panas Paduan Al-Si pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas*. Universitas Diponegoro Semarang.
- George, Y. Liu. (2009). *Effect of Ageing Heat Treatment on the Hardness and Tensile Properties of Aluminum A356.2 Casting Alloy*. McMaster University.
- Kusmanto, (2012). *Skrripsi: Studi tentang Kualitas hasil Repair Welding Pada Cast Wheels Aluminium dengan Metode Pengelasan Oksi Asetilin, Tig dan Mig terhadap sifat fisis dan Mekanis*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Masnur Dedy. (2005) *Perubahan Sifat Sifat dan Mekanik Paduan Aluminium 4% Tembaga yang Diaging dengan Variasi Temperatur 1600C,1800C dan 2000C*
- Ninien, S., Ponimin. (2011). *Analisa Pengaruh Penggunaan Variasi Besar Arus Pada Las TIG Terhadap Perubahan Struktur Mikro*. MeTriK Polban, 5 (1), 18-23.
- Romli, (2012). *Pengaruh Proses Pengelasan Tig terhadap Sifat Mekanis Bahan Paduan Aluminium*. Jurnal ilmiah Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya, 1 (4), 09-15.
- Sofyan A. (dkk) 2013. *Pengaruh PWHT dan Arah Pengelasan TIG Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Penyambungan Aluminium Paduan 6061*